

78 Трёхфазные двухслойные обмотки

Обмотки статора машин переменного тока по своей конструкции разделяются на двух- и однослойные. В двухслойной обмотке пазовая сторона катушки занимает половину паза по его высоте, а вторую половину этого паза занимает пазовая сторона другой катушки (рис. 1. а). В однослойной обмотке статора пазовая сторона любой катушки занимает весь паз (рис. 1. б).

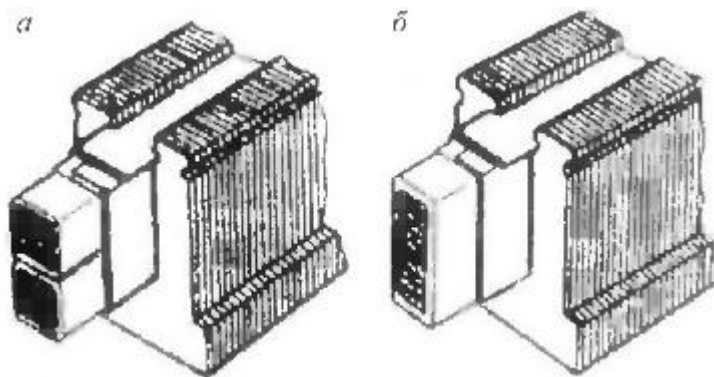


Рисунок 1 – Расположение пазовых сторон двухслойной (а) и однослойной (б) обмоток статора

В случае выполнения трёхфазной двухслойной обмотки с целым числом пазов на полюс и фазу равным 2; 3; 4 и т. д., обмотка каждой фазы занимает q_1 пазов в пределах каждого полюсного деления. Таким образом, для образования трёхфазной обмотки зубцовый слой сердечника статора в пределах каждого полюсного деления следует разделить на три зоны по q_1 пазов в каждой.

Рассмотрим порядок построения развёрнутой схемы трёхфазной двухслойной обмотки статора на примере обмотки, имеющей следующие данные: число фаз $m_1 = 3$, число полюсов $2p = 2$, число пазов в сердечнике статора $Z_1 = 12$, шаг обмотки по пазам диаметральный, т. е. $y_1 = \tau$.

Шаг обмотки $y_1 = Z_1 / 2p = 12/2 = 6$; число пазов на полюс и фазу $q_1 = 12/(3 \cdot 2) = 2$. Угол сдвига между осями фазных обмоток равен

120 эл. град., поэтому сдвиг между началами фазных обмоток A , B и C составляет 4 паз.

На развёрнутой поверхности статора размечаем пазы $Z_1 = 12$ и полюсные деления ($2p = 2$), а затем зоны по $q_1 = 2$ паз для всех фаз (рис. a). При этом расстояние между зоной какой-либо фазы в одном полюсном делении и зоной этой же фазы в другом полюсном делении должно быть равно шагу обмотки $y_1 = 6$ пазов.

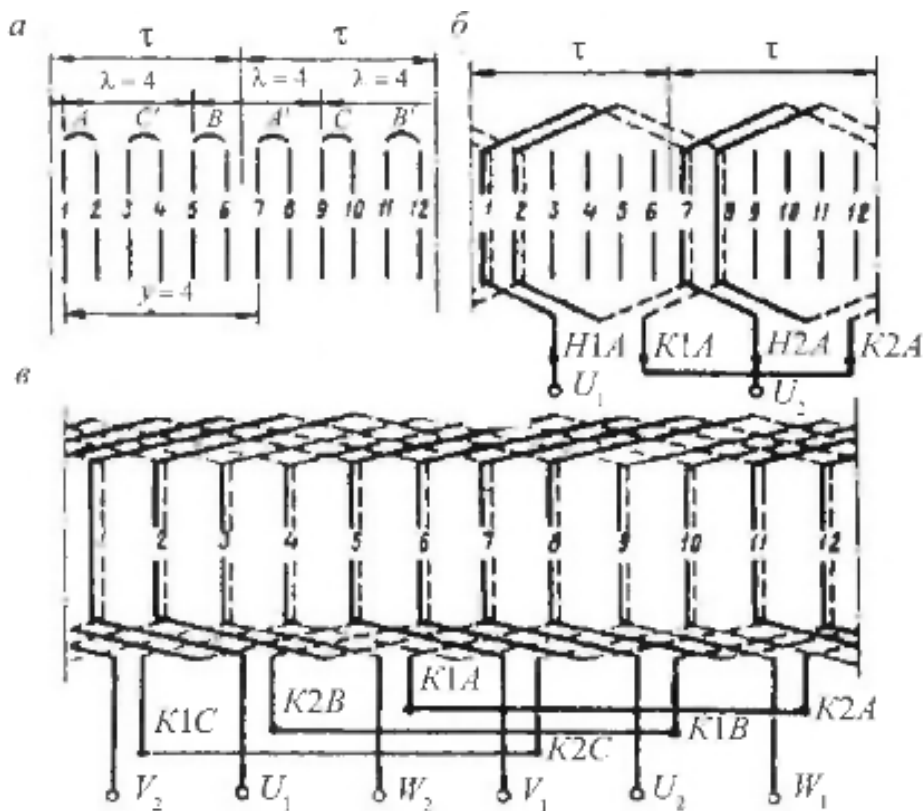


Рисунок 2 – Развёрнутая схема трёхфазной двухслойной обмотки статора:

a — развёрнутая поверхность статора с пазами и полюсными делениями; b — последовательное соединение двух катушечных групп фазной обмотки A (U_1 - U_2);

c — развёрнутая схема трёхфазной обмотки

Затем отмечаем расстояние между началами фазных обмоток $\lambda = 4$ паз. Изображаем на схеме (см. рис. 2. а) верхние и нижние пазовые стороны катушек фазы А (катушки 1, 2, 7 и 8). Верхнюю сторону катушки 1 (паз 1) лобовой частью соединяем с нижней стороной этой же катушки (паз 7), которую, в свою очередь, присоединяем к верхней стороне катушки 2 (паз 2). Верхнюю сторону катушки 2 (рис. 2. б) также лобовой частью соединяем с нижней стороной этой же катушки (паз 8) и получаем первую катушечную группу обмотки фазы А (Н1А — К1А).

Аналогично получаем вторую катушечную группу фазы А, состоящую из последовательно соединенных катушек 7 и 8 (Н2А — К2А). Катушечные группы соединяем последовательно встречно, для чего К1А присоединяем к К2А. Присоединив начало первой катушечной группы Н1А к выводу обмотки U_1 , а начало второй катушечной группы Н2А — к выводу U_2 получаем фазную обмотку А.

Приступаем к соединению пазовых сторон катушек фазы В: катушек 5 и 6 (первая катушечная группа) и катушек 11 и 12 (вторая катушечная группа). Прodeлав то же самое с катушками фазной обмотки С и соединив катушечные группы этих фазных обмоток так же, как это было сделано в фазной обмотке А. получим фазные обмотки фаз В ($V_1 — V_2$) и С ($W_1 — W_2$). В окончательном виде развернутая схема трёхфазной обмотки представлена на рисунке 2. в.

Двухслойные обмотки в электрических машинах переменного тока получили наибольшее распространение. Это объясняется рядом их достоинств, из которых главным является возможность любого укорочения шага обмотки, что даёт, в свою очередь, возможность максимально приблизить форму кривой ЭДС к синусоиде. Однако двухслойные обмотки не лишены недостатков: затруднения в применении станочной укладки обмотки, а также ремонте обмотки при повреждении изоляции пазовых проводников нижнего слоя.

В мощных многополюсных синхронных генераторах (гидрогенераторах) практически невозможно выполнить обмотку статора с числом пазов на полюс и фазу $q_1 > 1$, равным целому числу, так как для этого потребовалось бы иметь на статоре

слишком большое число пазов $Z_1 = 2p m_1 q_1$. В этом случае обмотку статора выполняют с дробным q_1 . Такие обмотки имеют некоторое преимущество перед обмотками с целым q_1 так как позволяют при небольших значениях q_1 , получить ЭДС практически синусоидальной формы.

Обмотки статоров с дробным q_1 , в двигателях переменного тока применяют главным образом при серийном производстве, когда для изготовления пластин сердечника статора двигателей с различным числом полюсов используют один штамп. При этом одно из значений $2p$ дает q_1 , не равное целому числу.

Пример. Выполнить развёрнутую схему трёхфазной двухслойной обмотки с относительным укорочением шага $\beta = 0.83$ при следующих данных: $2p = 4$, $Z_1 = 24$. соединение катушечных групп последовательное.

Решение. Число пазов на полюс и фазу определяют по формуле

$$q_1 = Z_1 / (m_1 2p) = 12 / (3 \cdot 2) = 2 \text{ пазы};$$

Пазовый угол составляет: $\gamma = 360^\circ \cdot p / Z_1 = 360^\circ \cdot 2 / 24 = 30^\circ$.

Сдвиг между осями фаз (в пазках): $\lambda = 120^\circ / \gamma = 120^\circ / 30^\circ = 4$.

Шаг обмотки по пазам составляет: $y_1 = \beta Z_1 / 2p = 0,83 \cdot 24 / 4 = 5$.

На рисунке 3 изображена развёрнутая схема такой обмотки.

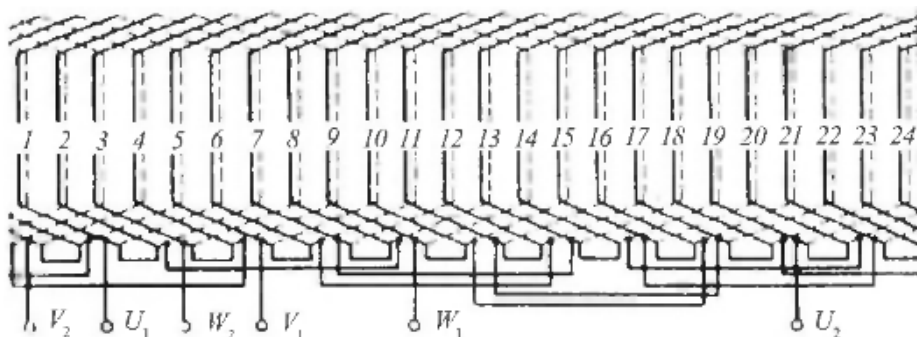


Рисунок 3 – Развёрнутая схема трёхфазной двухслойной обмотки с укороченным шагом ($Z_1 = 24$, $2p = 4$, $y_1 = 5$)